第8講　イオンの検出

3　イオンの検出

①陽イオン（金属イオン）の検出　［系統分析］

水溶液（試料溶液）中に複数の金属イオンが存在しているとき，それらを特定する手順が系統分析である。その分析は「沈殿させる」「再溶解させる」の繰り返しからなる。

(1)　HClaqを加える
⇒Ag^{+}，Pb^{2+}，（Hg_2^{2+}）が沈殿

(2)　H_2Sを吸収させる（HClを加えた後なので酸性条件下）
⇒イオン化傾向Sn以下のイオンが沈殿　（Cu^{2+}，Cd^{2+}，Hg^{2+}など）
※　試料溶液中にFe^{3+}が含まれている場合，H_2Sによって還元され，Fe^{2+}に変化するため，Fe^{3+}に戻す処理をおこなう。
処理１：煮沸
⇒水溶液中に残っているH_2Sを取り除くため（温度↑で気体の溶解度は↓）
処理２：HNO_3を加える
⇒Fe^{2+}を酸化してFe^{3+}に戻すため

(3)　NH_3aqを加える
⇒アルカリ金属，アルカリ土類金属，NH_3で再溶解する金属以外が沈殿　（Al^{3+}，Fe^{3+}）

(4)　H_2Sを吸収させる（NH_3を加えた後なので塩基性条件下）
⇒イオン化傾向Zn以下の金属イオンが沈殿　（Zn^{2+}，Ni^{2+}，Mn^{2+}）

(5)　$(NH_4)_2CO_3$を加える
⇒アルカリ土類金属イオンが沈殿　（Ca^{2+}，Ba^{2+}）

(6)　炎色反応
⇒アルカリ金属イオンを確認
Li（赤），Na（黄），K（紫），Cu（青緑），Ca（橙），Sr（紅），Ba（緑）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

②陰イオンの検出

陽イオンの検出同様，沈殿生成を利用するため，沈殿生成の組合せが答えられれば基本的に困ることはない。

陰イオンの検出特有の部分のみ確認する。

(1)　ハロゲン化物イオン

Cl^-		AgCl	（白）	⇒ NH_3aq に溶解
Br^-	$\xrightarrow{Ag^+}$	AgBr	（淡黄）	⇒ KCNaq，$Na_2S_2O_3$aq に溶解
I^-		AgI	（黄）	⇒ KCNaq，$Na_2S_2O_3$aq に溶解

(2)　多価の陰イオン

SO_4^{2-}		$BaSO_4$		
$C_2O_4^{2-}$	$\xrightarrow{Ba^{2+}}$	BaC_2O_4	$\xrightarrow{HClaq}$	$H_2C_2O_4$
CO_3^{2-}		$BaCO_3$		$H_2O + CO_2$ ↑（発泡）
CrO_4^{2-}		$BaCrO_4$		$H_2CrO_4 \rightleftarrows CrO_4^{2-}$（黄）$\underset{OH^-}{\overset{H^+}{\rightleftarrows}} Cr_2O_7^{2-}$（橙）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　演習問題

1　次の文の　(1)　に入れるのに最も適当なものを解答群から選びなさい。また，(　　)には化学反応式を，｛ (4) ｝には化学式を，それぞれ記しなさい。

9種類の金属イオンAg^{+}，Al^{3+}，Ba^{2+}，Ca^{2+}，Cu^{2+}，Fe^{3+}，K^{+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}のうち，4種類のイオンの硝酸塩を含む水溶液がある。この水溶液に含まれる4種類の金属イオンを特定するために，以下の実験1～7を行った。なお，以下の実験で，分離は完全に行われたものとする。

実験1：4種類の金属イオンを含む水溶液に塩酸を加えると，沈殿Aが生じた。ろ過によって，沈殿Aとろ液Ⅰに分離した。

実験2：沈殿Aに熱湯を注ぎ，ろ過によって白色沈殿Bとろ液Ⅱに分離した。

実験3：(a)沈殿Bに過剰のアンモニア水を加えると，沈殿Bは溶けた。

実験4：ろ液Ⅱにクロム酸カリウム水溶液を加えると，黄色沈殿Cが生じた。

実験5：ろ液Ⅰに硫化水素を通じると，黒色沈殿Dが生じた。ろ過によって，沈殿Dとろ液Ⅲに分離した。

実験6：ろ液Ⅲを煮沸して硫化水素を除去した後，アンモニア水を過剰に加えると，白色沈殿Eが生じた。ろ過によって，沈殿Eとろ液に分離した。

実験7：(b)沈殿Eに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると，沈殿Eが溶けた。

以上の実験1～7から，4種類の金属イオンは　(1)　であることがわかる。下線部(a)および(b)の化学反応は，それぞれ①および②式によって表される。

(　　　(2)　　　)……①

(　　　(3)　　　)……②

沈殿Cの化学式は，｛ (4) ｝である。また，沈殿Eを熱して得られる金属酸化物に塩酸を加えると，③式の化学反応が進み，その酸化物は溶ける。

(　　　(5)　　　)……③

解答群

(ア) Ag^{+}，Cu^{2+}，K^{+}，Zn^{2+}　　(イ) Ag^{+}，Cu^{2+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}

(ウ) Ag^{+}，Ca^{2+}，Cu^{2+}，Zn^{2+}　　(エ) Ag^{+}，Ba^{2+}，Cu^{2+}，Zn^{2+}

(オ) Ag^{+}，Al^{3+}，Ba^{2+}，Pb^{2+}　　(カ) Ag^{+}，Al^{3+}，Fe^{3+}，Pb^{2+}

(キ) Ag^{+}，Al^{3+}，Ca^{2+}，Fe^{3+}　　(ク) Ag^{+}，Al^{3+}，Fe^{3+}，K^{+}

(ケ) Ag^{+}，Fe^{3+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}　　(コ) Ag^{+}，Ca^{2+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}

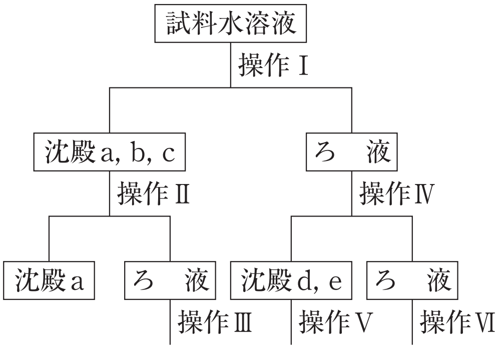
(サ) Ag^{+}，Al^{3+}，Ba^{2+}，Cu^{2+}　　(シ) Ag^{+}，Al^{3+}，Cu^{2+}，Pb^{2+}

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　硫酸ナトリウム，炭酸ナトリウム，クロム酸カリウム，および臭化カリウムのそれぞれ数%程度の濃度の水溶液を調製し，これらを5mLずつ混合したところ，水溶液は弱塩基性を示した。これに，約0.2mLの酢酸を加えて中性にしたものを試料水溶液として，次の図にしたがって陰イオンの分離・検出を試みた。(1)～(6)の問いに答えよ。



操作Ⅰ：塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿物は，沈殿a(白色)，沈殿b(白色)，沈殿c(黄色)の混合物である。沈殿の生成を完全なものにするために，さらにアンモニア水を数滴加えてしばらく加熱した。

操作Ⅱ：希塩酸を加えると沈殿の一部(沈殿bと沈殿c)は溶解した。このとき，気体が発生したが，これは(ア)沈殿bの溶解にともなって起こったものである。

操作Ⅲ：水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると(イ)白色の沈殿を生じたので，これをろ過して除いた。(ウ)ろ液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にすると溶液は［(あ)］色に変化した。

操作Ⅳ：硝酸銀水溶液を少しずつ注意深く加えると最初に淡黄色の沈殿dが，そしてその後，白色の沈殿eが生じた。

操作Ⅴ：濃アンモニア水で処理すると，沈殿は全て溶解した。

操作Ⅵ：希硫酸を加えて熱すると(エ)刺激臭をもつ物質が遊離した。

(1)　沈殿a，d，eを化学式で記せ。

(2)　下線部(ア)の変化を化学反応式で示せ。

(3)　下線部(イ)は何か。化学式で記せ。

(4)　下線部(ウ)の変化をイオン反応式で示せ。また，［(あ)］にあてはまる語句を記せ。

(5)　操作Ⅴで沈殿が溶解したとき，どんな陽イオンが生じたか。その名称と化学式を記せ。

(6)　下線部(エ)は何か。化学式で記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

1　4種のイオンの混合溶液を，希塩酸，酸性条件下での硫化水素，過剰量のアンモニア水，の順に反応させ，それぞれ沈殿とろ液を分離した。4種のイオンがそれぞれ分離可能な場合，考えられるイオンの組合せは次のうちどれか。

① Zn^{2+}，Fe^{2+}，Pb^{2+}，Al^{3+}

② Ca^{2+}，Ba^{2+}，Ag^{+}，Al^{3+}

③ Ca^{2+}，Cu^{2+}，Ag^{+}，Al^{3+}

④ Na^{+}，Ba^{2+}，Pb^{2+}，Zn^{2+}

⑤ Cu^{2+}，Hg^{2+}，Ag^{+}，Fe^{3+}

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　演習問題

1

(1) (シ)

(2) $AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$

(3) $Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow Na[Al(OH)_4]$

(4) $PbCrO_4$

(5) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

2

(1) a：$BaSO_4$　d：AgBr　e：AgCl

(2) $BaCO_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O + CO_2$

(3) $BaSO_4$

(4) $Cr_2O_7^{2-} + 2OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + H_2O$

(あ)：黄

(5) ジアンミン銀(Ⅰ)イオン，$[Ag(NH_3)_2]^+$

(6) CH_3COOH

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　確認テスト

1　③

【解説】

それぞれ，沈殿を生成するイオンが1種ずつ含まれている選択肢を選ぶ

希塩酸⇒Pb^{2+}もしくはAg^{+}

③では$AgCl$が沈殿

酸性条件下硫化水素⇒イオン化傾向Sn以下のイオン

③ではCuSが沈殿

過剰アンモニア水⇒イオン化傾向Mg以下でCu^{2+}，Ag^{+}，Zn^{2+}以外

③では$Al(OH)_3$が沈殿

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。